

HIGHLY HEAT RESISTANT ALLOY

Publication number: RU2020178 (C1)

Publication date: 1994-09-30

Inventor(s): AFANASEV SERGEJ V [RU]; ZIMIN GERMAN G [RU]; AKIMOV NADIR K [RU]; MAKSUTOV RASHAD R [RU]; PISAREV BORIS K [RU]; REBONEN VALERIJ N [RU]; RTISHCHEV VLADIMIR V [RU]; SERGEEV ANATOLIJ B [RU]; TERESHCHENKO ALEKSANDR G [RU]; TITOVETS YURIJ F [RU]; PROSKURYAKOV GEORGIJ V [RU]; KHLYSTOV EVGENIJ N [RU]

Applicant(s): TSNII KONSTRUKTSIONNYKH MATERI [RU]; N PROIZV OB EDINENIE I I PROEK [RU]

Classification:

- **international:** C22C19/05; C22C19/05; (IPC1-7): C22C19/05

- **European:**

Application number: SU19915012876 19911121

Priority number(s): SU19915012876 19911121

Abstract not available for RU 2020178 (C1)

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide





(19) RU (11) 2 020 178 (13) С1
(51) МПК⁵ С 22 С 19/05

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5012876/02, 21.11.1991

(46) Дата публикации: 30.09.1994

(56) Ссылки: Ост 1.90126-65.

(71) Заявитель:
Центральный научно-исследовательский
институт конструкционных материалов
"Прометей",
Научно-производственное объединение по
исследованию и проектированию
энергетического оборудования
им.И.И.Ползунова

(72) Изобретатель: Афанасьев С.В.,
Зимин Г.Г., Акимов Н.К., Максутов
Р.Р., Писарев Б.К., Ребонен В.Н., Ртищев
В.В., Сергеев А.Б., Терещенко А.Г., Титовец
Ю.Ф., Проскуряков Г.В., Хлыстов Е.Н.

(73) Патентообладатель:
Центральный научно-исследовательский
институт конструкционных материалов
"Прометей",
Научно-производственное объединение по
исследованию и проектированию
энергетического оборудования
им.И.И.Ползунова

(54) ВЫСОКОЖАРОПРОЧНЫЙ СПЛАВ

(57) Реферат:

Использование: ответственные детали
газотурбинных двигателей. Сплав содержит
следующие компоненты, мас. %: углерод
0,005 - 0,12; бор 0, 005 - 0,015; хром 9,5 -
11,4; кобальт 5,2 - 6,8; молибден 0,5 - 1,5;

вольфрам 7,5 - 9,8; алюминий 3,8 - 4,4;
титан 4,0 - 4,6; ниобий 0,5 - 1,5; марганец
0,3 - 0,8; кальций 0,005 - 0,02; иттрий 0,01
- 0,03; цирконий 0,005 - 0,03; никель -
основа. 1 з.п. ф-лы, 2 табл.

R U
2 0 2 0 1 7 8
C 1

R U
2 0 2 0 1 7 8
C 1



(19) RU (11) 2 020 178 (13) C1
(51) Int. Cl.⁵ C 22 C 19/05

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 5012876/02, 21.11.1991

(46) Date of publication: 30.09.1994

(71) Applicant:
Tsentral'nyj nauchno-issledovatel'skij
institut konstruktionsnykh materialov "Prometej",
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie po
issledovaniju i proektirovaniyu
ehnergeticheskogo oborudovaniya im.I.I.Polzunova

(72) Inventor: Afanas'ev S.V.,
Zimin G.G., Akimov N.K., Maksutov R.R., Pisarev
B.K., Rebonen V.N., Rtishchev V.V., Sergeev
A.B., Tereshchenko A.G., Titovets
Ju.F., Proskurjakov G.V., Khlystov E.N.

(73) Proprietor:
Tsentral'nyj nauchno-issledovatel'skij
institut konstruktionsnykh materialov "Prometej",
Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie po
issledovaniju i proektirovaniyu
ehnergeticheskogo oborudovaniya im.I.I.Polzunova

(54) HIGHLY HEAT RESISTANT ALLOY

(57) Abstract:

FIELD: responsible components of gas
turbo engines. SUBSTANCE: the alloy
comprises the following components (wt %):
0.005-0.12 carbon; 0.005-0.015 boron;
9.5-11.4 chromium; 5.2-6.8 cobalt; 0.5-1.5
molybdenum; 7.5-9.8 tungsten; 3.8-4.4

aluminium; 4.0-4.6 titanium; 0.5-1.5
niobium; 0.3-0.8 manganese; 0.005-0.02
calcium; 0.01-0.03 yttrium; 0.005-0.03
zirconium; and nickel, the base. EFFECT:
improved properties of the highly heat
resistant alloy. 2 cl, 2 tbl

RU 2020178 C1

RU 2020178 C1

Изобретение относится к металлургии сплавов на основе никеля, содержащего хром, кобальт, вольфрам, молибден, алюминий, титан, ниобий, марганец, углерод, бор, иттрий, цирконий, кальций и церий и используемых в энергетической, авиастроительной и др. отраслях промышленности для изготовления литых лопаток газовых турбин, работающих при температуре до 1000°C в агрессивных газовых средах.

В настоящее время для ответственных деталей газотурбинных двигателей в основном используются аустенитные сложнолегированные никелевые сплавы. При этом основные трудности при разработке лопаточных материалов заключаются в достижении оптимального сочетания высокой жаропрочности и стойкости против высокотемпературной коррозии. Известно, что легирующие элементы, приводящие к повышению коррозионной стойкости этих материалов, оказывают неблагоприятное воздействие на уровень их высокотемпературной прочности. Таким образом, возможность улучшения служебных свойств новых жаропрочных материалов связана прежде всего с балансировкой их состава и структурных составляющих.

Из известных жаропрочных сплавов, применяемых для изготовления литых лопаток отечественных стационарных и авиационных газовых турбин, по составу ингредиентов и своей технической сущности наиболее близким является состав ЖС6-К (ОСТ.1.90126-65), содержащий, мас. %: Углерод 0,13-0,20 Хром 9,6-12,0 Кобальт 4,0-5,0 Молибден 3,5-4,8 Вольфрам 4,5-5,5 Алюминий 5,0-6,0 Титан 2,5-3,2 Бор 0,02 (по расчету) Церий 0,02 (по расчету) Цирконий 0,04 (по расчету) Никель Основа Известный сплав обладает достаточно высоким уровнем длительной прочности:

$\sigma_{100}^{900} \geq 30 \text{ кгс/мм}^2$ для отливок с равносной структурой.

$\sigma_{100}^{900} \geq 32 \text{ кгс/мм}^2$ для отливок с ориентированной структурой. Однако плохая стойкость против высокотемпературной коррозии не позволяет рекомендовать этот сплав к применению в газотурбинных двигателях, работающих на топливе, содержащем серу и др. коррозионно-активные примеси. Кроме того, перспективные проекты газотурбинных установок повышенной мощности и ресурса требуют материалов с более высоким уровнем жаропрочности.

Целью изобретения является создание высокожаропрочного сплава на никелевой основе, обладающего удовлетворительным уровнем коррозионной стойкости.

Поставленная цель достигается путем следующего изменения ингредиентов:

В целях повышения стойкости против высокотемпературной коррозии отношение титана к алюминию доводится до значений $Ti/Al \geq 1,0$ мас. % и их концентрация в сплаве изменяется с 5,0-6,0% по массе Al и 2,5-3,2% по массе Ti по 3,8-4,4% по массе Al и 4,0-4,6% по массе Ti. Кроме того, снижается содержание молибдена с 3,5-4,8 до 0,5-1,5 мас. % и вводится марганец в концентрации 0,3-0,8 мас. %, а также для улучшения адгезии окисной пленки с основным металлом

вводится иттрий в концентрации 0,01-0,03 мас. %.

Одновременно, для повышения уровня жаропрочности и температурной способности, увеличивается содержание кобальта с 4,0-5,0 до 5,2-6,8 мас. % и вольфрама с 4,5-5,8 до 7,5-9,8 мас. %, а также дополнительно вводится ниобий в концентрации 0,5-1,5 мас. % и кальций в концентрации 0,005-0,02 мас. %. При этом за счет расчетно-экспериментальной оценки обеспечивается высокий уровень фазовой стабильности предлагаемого

сплава ($\frac{N_{\gamma}}{N_{\gamma'}} \leq \frac{N_{\gamma''}}{N_{\gamma''}}$ = 2,4) и когерентности γ и γ'

-фаз (а $\gamma' - \alpha \gamma < 0,01$).

Предлагаемый сплав на основе никеля, содержащий, мас. %: Углерод 0,005-0,12 Бор 0,005-0,015 Хром 9,5-11,4 Кобальт 5,2-6,8 Молибден 0,5-1,5 Вольфрам 7,5-9,8 Алюминий 3,8-4,4 Титан 4,0-4,6 Ниобий 0,5-1,5 Марганец 0,3-0,8 Кальций 0,005-0,02 Иттрий 0,01-0,03 Цирконий 0,005-0,03 Никель Основа

При этом сплав с содержанием углерода 0,005-0,05 мас. % рекомендуется использовать только для литья турбинных лопаток с ориентированной структурой, которые изготавливаются методом направленной кристаллизации, в то время как сплав с содержанием углерода 0,06-0,12 мас. % следует использовать при изготовлении лопаток обычным литьем в вакууме.

В ЦНИИ КМ "Прометей" в вакуумных индукционных печах на чистых шихтовых материалах была произведена выплавка нового и известного сплавов, а также проведена их термическая обработка и исследованы коррозионная стойкость и механические свойства. Химические составы заявляемого и известного сплавов приведены в табл. 1., механические свойства и данные о коррозионной стойкости - в табл.2. Как показывают эти результаты, предлагаемый сплав имеет более высокую коррозионную стойкость и уровень механических свойств и длительной прочности по сравнению с указанным прототипом.

Формула изобретения:

1. ВЫСОКОЖАРОПРОЧНЫЙ СПЛАВ на основе никеля, включающий хром, кобальт, молибден, вольфрам, алюминий, титан, углерод, бор и цирконий, отличающийся тем, что он дополнительно содержит ниобий, кальций, иттрий и марганец при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод 0,005 - 0,12

Бор 0,005 - 0,015

Кобальт 5,2 - 6,8

Хром 9,5 - 11,4

Молибден 0,5 - 1,5

Вольфрам 7,5 - 9,8

Алюминий 3,8 - 4,4

Титан 4,0 - 4,6

Ниобий 0,5 - 1,5

Марганец 0,3 - 0,8

Кальций 0,005 - 0,02

Иттрий 0,01 - 0,03

Цирконий 0,005 - 0,03

Никель Остальное

2. Сплав по п.1, отличающийся тем, что он содержит 0,005 - 0,05 мас. % углерода и имеет

литую ориентированную структуру, полученнюю методом направленной кристаллизации.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

R U ? 0 2 0 1 7 8 C 1

R U 2 0 2 0 1 7 8 C 1

Таблица 1

Сплав	Плавка	Структура сплава	Содержание легирующих элементов, мас. %												Основ-ва		
			C	B	Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Nb	Mn	I	Ce	Ca	Zr	Ni
Пред- лагае- мый	671	Ориен- тиро- ванный	0,0050	0,005	9,5	5,2	0,5	7,5	3,8	4,0	0,5	0,3	0,01	-	0,005	0,005	Основ- ва
	672	"-	0,02	0,008	10,4	5,6	0,9	8,8	4,0	4,3	0,9	0,5	0,02	-	0,007	0,007	-
	673	"-	0,05	0,009	10,5	6,7	1,4	9,7	4,3	4,5	1,4	0,7	0,04	-	0,015	0,011	-
	674	Равно- основ- ная	0,06	0,005	9,6	4,9	0,6	7,6	3,9	4,1	0,6	0,4	0,02	-	0,007	0,007	-
	675	"-	0,08	0,01	10,2	5,8	1,0	9,2	4,2	4,3	1,0	0,6	0,03	-	0,010	0,012	-
	676	"-	0,12	0,015	11,4	6,8	1,5	9,8	4,4	4,6	1,5	0,8	0,03	-	0,020	0,030	-
	677*	Ориен- тиро- ванный	0,003	0,003	9,3	4,8	0,3	7,3	3,6	3,9	0,3	0,2	0,005	-	0,002	0,002	-
	678*	Равно- основ- ная	0,13	0,02	11,6	7,0	1,7	9,9	4,6	4,8	1,7	1,0	0,05	-	0,030	0,05	-

Продолжение табл. 1

Сплав	Плавка	Структура сплава	Содержание легирующих элементов, мас. %														
			C	B	Cr	Co	Mo	W	Al	Ti	Nb	Mn	I	Ce	Ca	Zr	Ni
Известный	620	Ориентированная ванная	0,13	0,02	10,4	4,6	4,0	4,6	5,5	3,0	—	—	—	0,015	—	0,03	—
	621	Равноосновная	0,18	0,02	10,6	4,8	4,6	4,3	6,0	2,7	—	—	—	0,015	—	0,03	—

* - Плавки загрдельного состава

Таблица 2

Сплав	Плавка	Структура	Типл., °С	Механические характеристики при растяжения				Длительная прочность	Скорость коррозии, мг/см ² ·ч	Темпера- тура пер- хода к интенсив- ной кор- розии, °С
				σ_b , кгс/мм ²	$\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	δ_b , %	Ψ , %			
Предла- гаемый	671	Ориенти- рованная	800	118,5	102,5	9,5	20,5	50,0	1825	0,72
	672	—	900	92,5	83,0	12,0	23,5	30,0	790	32,0
	673	—	800	120,5	107,5	10,0	22,5	50,0	2690	0,58
	674	Равноос- новная	900	102,0	89,5	11,0	19,5	30,0	880	24,0
	675	—	800	121,0	108,5	8,5	18,5	50,0	2500	0,37
	676	—	900	104,0	90,5	9,5	17,0	30,0	1050	19,6
	677*	Ориенти- рованная	800	110,0	101,5	7,0	14,0	50,0	1100	0,42
	678*	Равноос- новная	900	89,5	80,5	10,5	18,0	30,0	550	21,0
		—	800	115,0	106,0	6,5	12,0	50,0	1240	0,40
			900	92,5	85,0	9,0	18,5	30,0	635	18,0
			900	114,5	104,0	6,0	12,5	50,0	1200	0,39
			900	95,0	86,0	8,5	16,5	30,0	610	1,4
			900	105,0	95,0	11,0	23,0	50,0	890	1,5
			900	82,5	76,0	18,0	26,5	30,0	490	35,0
			800	108,5	100,5	3,9	8,5	50,0	620	0,28
			900	95,0	87,5	4,5	9,5	30,0	205	0,72
		ная								

Продолжение табл. 2

Сплав	Номер сплава	Структура сплава	Типл., °С	Механические характеристики растяжения			Длительная прочность	Скорость коррозии, т/ура	Температура коррозии, °С	
				σ_b , кгс/мм ²	$\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	δ_5 , %	ψ , %	Напряжение, кгс/мм ²	Время до разрушения, ч	
Извест- ный	620	Ориен- тирован- ная	800	94,0	83,5	4,5	6,0	50,0	445	40,0
	621	Равно- основ- ная	900	79,5	66,0	6,0	8,5	30,0	110	60,0

* ... Плавки запредельного состава